

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 2 月 1 3 日  
Date of Application:

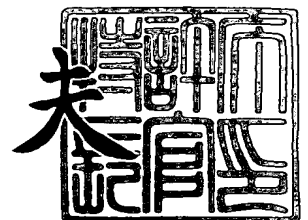
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 6 2 2 9 8  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 2 - 3 6 2 2 9 8 ]

出 願 人                      株式会社東芝  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    9 月    2 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 1 5 5 7

【書類名】 特許願

【整理番号】 13710701

【提出日】 平成14年12月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/66

【発明の名称】 測定対象パターンの選択方法、パターン検査方法、半導体装置の製造方法、プログラムおよびパターン検査装置

【請求項の数】 19

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝  
横浜事業所内

【氏名】 池 田 隆 洋

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝  
横浜事業所内

【氏名】 河 村 大 輔

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝  
横浜事業所内

【氏名】 青 山 寿 子

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号

【氏名又は名称】 株式会社 東 芝

【代理人】

【識別番号】 100075812

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉 武 賢 次

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100088889

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋 谷 英 俊

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100082991

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐 藤 泰 和

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100096921

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉 元 弘

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100103263

【弁理士】

【氏名又は名称】 川 崎 康

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100108785

【弁理士】

【氏名又は名称】 箱 崎 幸 雄

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 087654

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 測定対象パターンの選択方法、パターン検査方法、半導体装置の製造方法、プログラムおよびパターン検査装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

微細加工プロセス処理によりパターンが形成された半導体チップ群をそれぞれ含む複数枚のウェーハからなるウェーハ群について処理された順に第 1 のウェーハ番号を付与する手順と、

前記第 1 のウェーハ番号に応じて前記ウェーハ群を少なくとも 2 つの第 1 のサブグループに分け、前記第 1 のサブグループから少なくとも 2 枚以上の前記第 1 のウェーハ番号が連続するウェーハをそれぞれ選択して第 2 のウェーハ番号をそれぞれ付与する手順と、

前記第 2 のウェーハ番号を付与されたウェーハ上の各半導体チップの中心位置とウェーハの中心位置との距離に応じて、前記半導体チップ群を少なくとも 2 つの第 2 のサブグループに分け、この第 2 のサブグループから少なくとも 3 つの半導体チップをそれぞれ選択し、前記ウェーハの中心位置を内部に含むチップがある場合にはこのチップをさらに選択し、選択した半導体チップについてチップ番号を付与する手順と、

前記チップ番号を付与された半導体チップについて、それぞれのチップ内座標に基づいて半導体チップ内の領域を少なくとも 2 行 2 列を上回る数量の矩形領域に分割する格子を生成し、この格子の格子点から少なくとも 4 つの格子点を選択し、前記ウェーハ上に形成されたパターンのうち前記選択した格子点に近接するパターンを前記格子点に対する唯一の測定候補点として選択し、この測定候補点について測定候補点番号をそれぞれ付与する手順と、

前記チップ番号を付与された半導体チップのそれぞれについて、前記測定候補点番号が付与された測定候補点の一部のみを要因配置計画の一部実施法に基づいて実際に測定すべき第 1 の測定点として定義する手順と、  
を備える測定対象パターンの選択方法。

【請求項 2】

前記要因配置計画の一部実施法は、直交配列法に基づく実験配置を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の測定対象パターンの選択方法。

**【請求項 3】**

前記直交配列法は、L 6 4 直交配置表に基づく直交配置法を含むことを特徴とする請求項 2 に記載の測定対象パターンの選択方法。

**【請求項 4】**

前記第 1 の測定点からさらにその一部を選択して第 2 の測定点を定義する手順をさらに備えることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の測定対象パターンの選択方法。

**【請求項 5】**

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の測定対象パターンの選択方法を用いて測定スケジュールを作成し、定義された測定点に対して実際に計測を実行する手順と、

得られた計測結果から要因配置計画の一部実施法に基づいて分散分析を実行する手順と、

前記分散分析の結果に基づいて測定スケジュールを変更する手順と、  
を備えるパターン検査方法。

**【請求項 6】**

前記分散分析の結果を表またはグラフの態様で視覚化する手順をさらに備えることを特徴とする請求項 5 に記載のパターン検査方法。

**【請求項 7】**

前記分散分析の結果に基づいて前記第 1 の測定点または前記第 2 の測定点からその一部を省略して新たな測定点を定義する手順をさらに備えることを特徴とする請求項 5 または 6 に記載のパターン検査方法。

**【請求項 8】**

前記第 1 の測定点の一部または前記第 2 の測定点の一部は、ダミー法を用いて省略されることを特徴とする請求項 7 に記載のパターン検査方法。

**【請求項 9】**

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の測定対象パターンの選択方法により定義さ

れた測定点への実際の測定に先立って、予め準備された基準パターンについて所定回数だけ実際に計測して計測装置の信頼性を評価する手順を備えるパターン検査方法。

**【請求項 1 0】**

前記計測装置の信頼性を評価した結果、所定の基準値を下回る場合に、請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の測定対象パターンの選択方法により定義された測定点に対する測定回数を決定し、決定した前記測定回数だけ測定点に対する計測を繰り返し、その平均値を各測定点の測定値として採用することを特徴とする請求項 9 に記載のパターン検査方法。

**【請求項 1 1】**

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の測定対象パターンの選択方法を用いたパターン検査方法または請求項 5 乃至 1 0 のいずれかに記載のパターン検査方法を用いた検査工程を備える半導体装置の製造方法。

**【請求項 1 2】**

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の測定対象パターンの選択方法をコンピュータに実行させるプログラム。

**【請求項 1 3】**

請求項 5 乃至 1 0 のいずれかに記載のパターン検査方法をコンピュータに実行させるプログラム。

**【請求項 1 4】**

パターンの測定スケジュールを作成して外部の検査装置に供給するパターン検査装置であって、

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の測定対象パターンの選択方法により定義された測定点の情報を受けて測定スケジュールを作成し、定義された測定点に対する計測を実行する第 1 の指令信号を前記検査装置に供給する制御手段を備えるパターン検査装置。

**【請求項 1 5】**

前記検査装置から計測結果の情報を受け取り、要因配置計画の一部実施法に基づいて分散分析を実行する演算手段をさらに備え、

前記制御手段は、前記分散分析の結果に基づいて測定スケジュールを変更し、変更した測定スケジュールに従って計測を実行する第 2 の指令信号を前記検査装置に伝送することを特徴とする請求項 1 4 に記載のパターン検査装置。

【請求項 1 6】

前記制御手段は、前記分散分析の結果に基づいて前記第 1 の測定点または前記第 2 の測定点からその一部を省略して新たな測定点を定義することにより測定スケジュールを変更する特徴とする請求項 1 5 に記載のパターン検査装置。

【請求項 1 7】

前記制御手段は、前記第 1 の指令信号の伝送に先立って、予め準備された基準パターンについて所定回数だけ計測する第 3 の指令信号を前記検査装置に伝送し、前記検査装置から供給される計測結果に基づいて前記計測装置の信頼性を評価することを特徴とする請求項 1 4 乃至 1 6 のいずれかに記載のパターン検査装置。

【請求項 1 8】

前記制御手段は、前記計測装置の信頼性を評価した結果、所定の基準値を下回る場合に、前記測定点に対する測定回数を決定し、決定した前記測定回数だけ測定点に対する計測を繰り返す第 4 の指令信号を生成して前記検査装置に伝送し、前記第 4 の指令信号に応答して検査を実行した前記検査装置から供給される計測結果の平均値を各測定点の測定値として採用することを特徴とする請求項 1 7 に記載のパターン検査装置。

【請求項 1 9】

前記制御手段から前記分散分析の結果の情報を受けて視認可能な表またはグラフの情報に加工する端末装置と、

前記表またはグラフの情報を表示する表示手段と、  
をさらに備えることを特徴とする請求項 1 4 乃至 1 8 のいずれかに記載のパターン検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、測定対象パターンの選択方法、パターン検査方法、半導体装置の製造方法、プログラムおよびパターン検査装置に関し、特に、半導体装置製造プロセスにおいて微細な測定対象パターンの選択方法、パターン検査方法、半導体装置の製造方法、プログラムおよびパターン検査装置に関する。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

半導体装置の製造工程においては、例えばCD-SEM (Critical Dimension Scanning Electron Microscope) と呼ばれる走査型電子顕微鏡装置を用いて微細なパターンの寸法を検査する。また、合わせずれ検査装置によってレイヤ間のパターンの合わせずれ誤差を計測する。

#### 【0003】

従来の技術においては、計測対象となるパターンの選択方法は、測定装置の測定スケジュール作成のシーケンスに大きく依存し、1つのロットの中から数枚の測定対象ウェーハを選択した後、これらのウェーハに対して測定対象となる半導体チップを選択し、選択したチップ内での測定箇所を定義した後は、すべての測定対象ウェーハおよび測定対象チップに対して同一の測定箇所について寸法または合わせずれを計測していた。この結果、測定対象とするウェーハ数、チップ数、チップ内測定箇所の総数は、これらの数の積算となるために、ウェーハ数、チップ数、チップ内測定箇所を同時に増やすと測定コストが指数関数的に増大した。

#### 【0004】

このようなサンプリング方略は、実験計画法の教えるところによれば、ウェーハ間変動・チップ間変動・チップ内変動などの各要因の要因間交互作用を全て取り扱うサンプリング方略に相当する。

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、現実には高次の要因間交互作用を取り扱うことは困難であり、逆に、取り扱いたい交互作用のみに注目した計測を行なうための要因配置方法や、その配置によって得られた測定結果から各要因ごとに変動を分解する手法が提供



されていなかった。さらに、そのような要因配置を実行する際には、上述したような従来の測定スケジュール作成方法では測定レシピの作成が極めて困難であった。

#### 【0006】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、低コストで推定精度が高く、迅速かつ容易な測定を実現する、測定対象パターンの選択方法、これを用いたパターン検査方法、半導体装置の製造方法、プログラムおよびパターン検査装置を提供することとにある。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は、以下の手段により上記課題の解決を図る。

#### 【0008】

即ち、本発明の第1の側面によれば、

微細加工プロセス処理によりパターンが形成された半導体チップ群をそれぞれ含む複数枚のウェーハからなるウェーハ群について処理された順に第1のウェーハ番号を付与する手順と、上記第1のウェーハ番号に応じて上記ウェーハ群を少なくとも2つの第1のサブグループに分け、上記第1のサブグループから少なくとも2枚以上の上記第1のウェーハ番号が連続するウェーハをそれぞれ選択して第2のウェーハ番号をそれぞれ付与する手順と、上記第2のウェーハ番号を付与されたウェーハ上の各半導体チップの中心位置とウェーハの中心位置との距離に応じて、上記半導体チップ群を少なくとも2つの第2のサブグループに分け、この第2のサブグループから少なくとも3つの半導体チップをそれぞれ選択し、上記ウェーハの中心位置を内部に含むチップがある場合にはこのチップをさらに選択し、選択した半導体チップについてチップ番号を付与する手順と、上記チップ番号を付与された半導体チップについて、それぞれのチップ内座標に基づいて半導体チップ内の領域を少なくとも2行2列を上回る数量の矩形領域に分割する格子を生成し、この格子の格子点から少なくとも4つの格子点を選択し、上記ウェーハ上に形成されたパターンのうち上記選択した格子点に近接するパターンを上記格子点に対する唯一の測定候補点として選択し、この測定候補点について測定

候補点番号をそれぞれ付与する手順と、上記チップ番号を付与された半導体チップのそれぞれについて、上記測定候補点番号が付与された測定候補点の一部のみを要因配置計画の一部実施法に基づいて実際に測定すべき第1の測定点として定義する手順と、を備える測定対象パターンの選択方法が提供される。

#### 【0009】

本発明の実施の一態様において、上記ウェーハ群は5つの第1のサブグループに分けられ、上記第1のサブグループから8枚のウェーハが選択される。

#### 【0010】

本発明の他の実施態様において、選択される半導体チップの個数は9個であり、これらの半導体チップは、その内部にウェーハ中心座標を有する半導体チップを含む。

#### 【0011】

本発明のさらに他の実施態様において、各半導体チップについて8箇所の測定候補点を選択される。

#### 【0012】

また、本発明の第2の側面によれば、

上述した測定対象パターンの選択方法を用いて測定スケジュールを作成し、定義された測定点に対して実際に計測を実行する手順と、得られた計測結果から要因配置計画の一部実施法に基づいて分散分析を実行する手順と、上記分散分析の結果に基づいて測定スケジュールを変更する手順と、を備えるパターン検査方法が提供される。

#### 【0013】

また、本発明の第3の側面によれば、

上述した測定対象パターンの選択方法により定義された測定点への実際の測定に先立って、予め準備された基準パターンについて所定回数だけ実際に計測して計測装置の信頼性を評価する手順を備えるパターン検査方法が提供される。

#### 【0014】

また、本発明の第4の側面によれば、上述した測定対象パターンの選択方法を用いたパターン検査方法または上述したパターン検査方法を用いた検査工程を備

える半導体装置の製造方法が提供される。

【0015】

また、本発明の第5の側面によれば、

上述した測定対象パターンの選択方法をコンピュータに実行させるプログラムが提供される。

【0016】

また、本発明の第6の側面によれば、

上述したパターン検査方法をコンピュータに実行させるプログラムが提供される。

【0017】

また、本発明の第7の側面によれば、

パターンの測定スケジュールを作成して外部の検査装置に供給するパターン検査装置であって、上述した測定対象パターンの選択方法により定義された測定点の情報を受けて測定スケジュールを作成し、定義された測定点に対する計測を実行する第1の指令信号を上記検査装置に供給する制御手段を備えるパターン検査装置が提供される。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態のいくつかについて図面を参照しながら説明する。

【0019】

(1) 第1の実施の形態

本発明の第1の実施の形態について、図1～図7を用いて説明する。以下ではリソグラフィプロセスを経た $n$ 枚 ( $n \geq 4$ ) のウェーハからなるウェーハ群に対する測定対象パターンの選択方法について説明する。本実施形態では、 $n = 24$  枚のウェーハでなるウェーハ群を取り上げる。

【0020】

図1は、測定対象となるウェーハ群を構成するウェーハ2の模式図である。ウェーハ2には、同図に示すように半導体チップCが配置されている。各チップ4は、図2に示すフォトマスク4を用いて形成されており、このフォトマスク4に

は、10行×10列の副領域5R毎に等価なパターンが配置されている。

#### 【0021】

図2は、本実施形態の測定対象パターンの選択方法の概略手順を含むフローチャートである。

#### 【0022】

同図に示すように、まず、リソグラフィプロセスにより順次に順次処理された順に、24枚のウェーハに対してウェーハ番号w1、w2、…w24を付与する（ステップS1）。

#### 【0023】

次に、24枚のウェーハ群をウェーハ番号によりM個（ $M \geq 2$ ）のサブグループに分ける（ステップS2）。本実施形態では、第1のグループがウェーハ番号w1～w8のウェーハで構成され、第2のグループがウェーハ番号w9～w16のウェーハで構成され、さらに、第3のグループがウェーハ番号w17～24のウェーハで構成されるようにグループ分けした（ $M=3$ ）。

#### 【0024】

次いで、各サブグループから連番のウェーハを選択し、新たなウェーハ番号を付与する（ステップS3）。即ち、第1のサブグループからウェーハw1、w2、w3を選択して新たなウェーハ番号W1、W2、W3をそれぞれ付与した。同様にして、第2のサブグループからウェーハw12、w13を選択して新たなウェーハ番号W4、W5をそれぞれ付与し、さらに、第3のサブグループからウェーハw22、w23、w24を選択して新たなウェーハ番号W6、W7、W8をそれぞれ付与した。

#### 【0025】

次に、ウェーハ内のチップ群をウェーハの中心からの距離に応じて2個（ $L=2$ ）個のサブグループに分ける（ステップS4）。具体的には、図4に示すように、ウェーハ2の半径をrとすると、ウェーハ2内で半径（ $1/2$ ）rを持ちウェーハ中心座標を原点とする仮想的な円形の境界線BLを定義し、チップ中心座標が境界線BLよりも外側にあるチップからなるサブグループCSR1と、内側にあるチップからなるサブグループCSR2に分けた。

**【0026】**

次いで、各サブグループから  $k$  個 ( $k \geq 3$ ) のチップを選択してこれらにチップ番号を付与する。本実施形態では、図5に示すように、 $k = 4$  個ずつのチップを選択し、チップ番号  $C1 \sim C8$  を付与した。さらに、ウェーハ中心座標を内部に含むチップがある場合には（ステップ  $S7$ ）、このチップにチップ番号  $C(k+1)$  を付与する（ステップ  $S8$ ）。本実施形態ではチップ番号 9 を付与した。

**【0027】**

次に、チップ内に含まれる等価なサブチップの中心点によって、2行×2列を上回る数量の矩形領域にチップの領域を分割して格子を形成する（ステップ  $S9$ ）。本実施形態では図6（a）に示すように、チップの領域を10行×10列の領域に分割した。

**【0028】**

次に、分割により得られた格子の格子点から  $r$  個 ( $r \geq 4$ ) の格子点を選択する（ステップ  $S10$ ）。本実施形態では図6（b）に示すように、8個の格子点を選択した。

**【0029】**

次いで、選択された格子点に最も近い計測対象パターンを選択し、パターン番号  $P1 \sim Pr$  を付与する（ステップ  $S11$ ）。本実施形態では、図6（c）に示すように、番号  $P1 \sim P8$  を付与した。

**【0030】**

以上のステップ  $S1 \sim S11$  によって選択された測定候補点の数量は、 $(n/M) \times (k+1) \times r$  となり、本実施形態では  $8 \times 9 \times 8 = 576$  個となった。

**【0031】**

次に、 $(n/M) \times (k+1) \times r$  個の測定候補点からその約数に相当する数の測定候補点を選択し、選択した測定候補点を実際に計測する測定点として採用する（ステップ  $S12$ ）。即ち、本実施形態では、576個の測定候補点から、ウェーハ番号  $W1, W3, W5, W7$  のウェーハに対しては  $P1, P3, P5, P7$  のみを、ウェーハ番号  $W2, W4, W6, W8$  に対しては  $P2, P4, P6, P8$  のみを実際に計測する測定点として採用した。この結果、測定点数は28

8点となった。

#### 【0032】

このように、全ての要因（即ち、ウェーハ間の変動：自由度7、ウェーハ内の変動：自由度8、チップ内の変動：自由度7）の組み合わせの中からその約数個だけの測定を行なう実験計画は、統計学の教えるところによる一部実施法または部分実施法と呼ばれる方法である。本実施形態では、この方法を用いることによって、すべての組み合わせを調べることなく上記要因の主効果を調べることができるので、計測コストを低減することができる。

#### 【0033】

最後に、採用した288点の測定点について実際に計測を実行した（ステップS13）。

#### 【0034】

以上の手順により測定パターンを選択した結果、ウェーハ間寸法変動、チップ間寸法変動、チップ内寸法変動に対する自由度がそれぞれ7、8、7となったにもかかわらず、全測定点数を288点とすることができた。従来の方法によれば、通常は $(7+1) \times (8+1) \times (7+1) = 576$ となるので、測定点数を従来の $1/2$ にすることが可能となった。

#### 【0035】

このように、本実施形態によれば、1ロット内でのパターン寸法や合わせずれにおける統計量の推定精度が大幅に向上する。

#### 【0036】

なお、本実施形態においては図3に示すフローチャートの各ステップを番号順に実行したが、本発明にかかる測定対象パターンの選択方法は、必ずしも図3に示す手順と同一の順序で実行する必要はない。

#### 【0037】

本実施形態では、部分実施に際して全組み合わせの $1/2$ を選択したが、このことは本発明の適用範囲を制限するものではなく、計測のコストに応じて $1/4$ 、 $1/8$ 等の任意の約数個を選択することができる。

#### 【0038】

また、本実施形態では、計測のコストを増大させることなくパターン寸法および合わせずれのばらつきの推定精度を向上させるため、測定候補とするウェーハ数、チップ数、チップ内パターン数をそれぞれ 8, 9, 8 とした。これらの数が本発明の適用範囲を限定するものではないが、要因毎の変動を算出する際の精度を確保するために、それぞれの数は 8 以上であることが望ましく、さらに、計測コストを増大させない目的のためには、それぞれ 8 ～ 9 程度の数が望ましい。

#### 【0039】

計測のコストをさらに低減する目的のためには、上述した方法により定義された測定点からさらにその一部を選択して測定してもよい。

#### 【0040】

##### (2) 第 2 の実施の形態

次に、本発明の第 2 の実施の形態について図 7 ～ 図 11 を参照しながら説明する。本実施形態も測定対象パターンの選択方法を提供するものであり、その特徴は、直交配置表を用いて測定候補点をさらに絞り込んで選択する点にある。

#### 【0041】

図 7 および図 8 は、本実施形態の測定対象パターン選択方法の概略手順を含むフローチャートである。図 7 に示すステップ S 21 ～ S 30 は、図 3 に示すステップ S 11 ～ S 20 と実質的に同一であり、各ステップ番号に 10 を加算したものに等価である。従って、以下では、図 8 に示す手順から説明する。

#### 【0042】

即ち、センターチップを除く  $(n/M) \times k \times r$  個の測定候補点からその約数に相当する数の測定候補点を選択した後（ステップ S 31）、直交配置表から任意の 3 列を選択し、これらの組み合わせを用いて、センターチップを除く測定候補点の約数個からさらに選択して測定点とする（ステップ S 32）。

#### 【0043】

図 9 に直交配置表の一例を示す。同図に示す L 6 4 直交配置表は、例えば田口玄一著「実験計画法下」、丸善出版、1977、pp 1058 ～ 1070 に示されている通り、2 水準 6 3 要因を割りつけるための直交配置表である。この L 6 4 直交配置表の中から任意の 3 列を選択し、この 3 列の組み合わせによって新た

に 8 水準の要因を割り付けることが可能である。本実施形態においては、第 8、16、23 列の組み合わせによって新たに作成された 8 水準要因をウェーハ番号 W1 から W8 に対応させ、第 1、2、4 列の組み合わせによって新たに作成された 8 水準要因をチップ番号 C1 ～ C8 に対応させ、さらに、第 27、32、45 列の組み合わせによって新たに作成された 8 水準要因をパターン番号 P1 ～ P8 に対応させた。この結果、たとえば W1 においては C1 内の P1 と P4、C4 内の P6 と P7…というように、測定候補点 512 点中の 64 点を選択した。

#### 【0044】

さらに、センターショットとしてウェーハ毎に P1 ～ P8 の中の 2 個を選択した（ステップ S33）。

#### 【0045】

以上の手順により、図 10 の黒ベタ部分に示すように、80 点の点数の測定点を定義した。

#### 【0046】

この結果、ウェーハ間寸法変動、チップ間寸法変動、チップ内寸法変動に対する自由度をそれぞれ 7、8、7 に保ったまま 1 ロット内の測定点数を 80 点とすることが可能となり、しかも要因間交互作用の偏りのない計測を可能とすることができた。

#### 【0047】

本実施形態においてもまた、計測のコストをさらに低減するために、上述の手順により定義された測定点からさらにその一部を選択した上で測定を実行してもよい。

#### 【0048】

### （3）第 3 の実施の形態

本実施形態は、半導体パターンの測定スケジュールの作成方法を提供するものである。

#### 【0049】

上述した第 2 の実施の形態により、ウェーハ群のうち実際に測定するウェーハの番号と、各ウェーハ内の測定ショットとショット内位置が決定された。この結



果として得られた測定点情報を、例えば測長 S E M のレシピファイル中の対応するデータ位置に挿入する。

#### 【 0 0 5 0 】

従来では技術者の熟練度に依存していたために作成された測定スケジュールに誤りが多かった。

#### 【 0 0 5 1 】

本実施形態によれば、上述した要因配置に基づいて測定スケジュールを作成するので、誤りの無いスケジュールを自動的に作成することが可能になる。これにより、例えば測長装置および合わせずれ検査装置の測定レシピを容易かつ迅速に作成することが可能になる。

#### 【 0 0 5 2 】

##### ( 4 ) 第 4 の実施の形態

本実施形態は、半導体パターンの検査方法を提供するものである。本実施形態のパターンの検査方法の特徴は、上述した第 2 の実施の形態により作成された測定スケジュールに従って実際に計測を実行し、その計測結果から各変動要因の寄与率を判定し、この判定結果を用いて計測点数をさらに絞り込む点にある。

#### 【 0 0 5 3 】

図 1 1 は、本実施形態のパターン検査方法の概略手順を示すフローチャートである。

#### 【 0 0 5 4 】

まず、前述した図 7 および図 8 に示す手順により測定スケジュールを作成し（ステップ S 4 1）、実際に計測を実行する（ステップ S 4 2）。

#### 【 0 0 5 5 】

次に、得られた計測結果を直交配置表、本実施形態では L 6 4 直交表の行に対応する順に並び替える（ステップ S 4 3）。

#### 【 0 0 5 6 】

次いで、L 6 4 直交配置表の各列に対応する平方和を算出する（ステップ S 4 4）。

#### 【 0 0 5 7 】

続いて、ウェーハ番号、チップ番号、測定点番号にそれぞれ対応する L 6 4 直交配置表の列の組み合わせに応じて、ウェーハ間変動成分、チップ間変動成分、チップ内変動成分、およびそれ以外の誤差要因に対応する平方和、分散、標準偏差、寄与率を算出し（ステップ S 4 5）、ANOVA（分散分析表）を作成する（ステップ S 4 6）。

#### 【0058】

次に、作成した ANOVA に基づいて測定スケジュールを変更する（ステップ S 4 7）。例えば ANOVA を作成した結果、ウェーハ間変動の寄与率が小さいことが判明した場合は、測定対象ウェーハの枚数を 8 枚から 4 枚に変更し、一部実施法によって 80 点の測定点数を 40 点に変更し、それ以降、同一プロセスで処理されるロットに対しては 40 点の計測を行なうようにする。なお、ウェーハ間の変動成分は、ダミー法を用いて省略しても良い。

#### 【0059】

最後に、分散分析の結果得られた主効果と交互作用の大きさに基づいてグラフを作成する（ステップ S 4 8）。さらに、チップ番号 C 1 ～ C 9 の各々に対してそれぞれ平均値を算出した後、これらの平均値をウェーハ内座標の関数として表現し、さらにこの関数を 2 次曲面に近似した結果を等高線表示する。これにより、チップ間変動成分をより容易に分析することが可能になる。

#### 【0060】

このように、本実施形態によれば、実際の計測結果からパターン寸法および合わせずれの変動要因を容易に分析することが可能になる。

#### 【0061】

##### （5）第 5 の実施の形態

本実施形態は、測定ばらつきの小さい、半導体パターンの検査方法を提供するものである。本実施形態の特徴は、計測値の基準となる校正ウェーハに対する寸法測定結果を用いて、上述した第 2 の実施の形態により得られた測定スケジュールに従った計測の精度を実際の計測に先立って判定する点にある。

#### 【0062】

まず、計測値の基準となる校正ウェーハを用いて同一箇所を 20 回繰り返し寸

法測定を行ない、標準偏差  $\sigma$  に 5.15 倍を乗じた値と寸法公差との比を求める。

#### 【0063】

次に、得られた 5.15  $\sigma$  と寸法公差との比から、上述した測定スケジュールによる計測の寸法精度を予測する。例えば、5.15  $\sigma$  と寸法公差との比が 42 % であれば、このままで上述した第 2 の実施の形態で作成される測定スケジュールに従って計測すると、得られた寸法の精度が無いことが判明する。

#### 【0064】

そこで、L64 直交配置表にもとづいて作成した測定スケジュールに従って計測を 2 度繰り返し、測長値として 2 回の平均値を採用することとした。これにより、実質的に測定ばらつきを 42 % から 30 % に低減した場合と同様の効果が得られ、計測のコストも低減することができる。

#### 【0065】

##### (6) 第 6 の実施の形態

本実施形態は、上述した測定対象パターンの選択方法およびパターン検査方法を実現するパターン検査装置を提供するものである。

#### 【0066】

図 12 は、本実施形態のパターン検査装置の概略構成を示すブロック図である。同図に示すパターン検査装置 10 は、コンピュータ 16 と、コンピュータ 16 に接続されるメモリ MR と、コンピュータ 16 に接続される端末装置 12 と、端末装置 12 に接続される表示部 14 と、を備える。

#### 【0067】

メモリ MR は、測定スケジュール作成プログラム、分散分析プログラムおよび、表・グラフ作成プログラム等のレシピファイルと、直交配置表のデータテーブルとを格納する。

#### 【0068】

コンピュータ 16 は、測定点情報の供給を受け、メモリ 16 から測定スケジュール作成プログラムを読み込んで直交配置表のデータテーブルを参照しながら測定対象パターンを選択し、測定スケジュールを作成する。

**【0069】**

コンピュータ 16 は外部の計測装置 100 に接続され、作成した測定スケジュールを測定レシピデータとして計測装置 100 に供給する。計測装置 100 は、この測定レシピデータを、そのレシピファイル（図示せず）の対応するデータ位置に挿入し、ウェーハ群に対して実際に計測を実行し、測定結果をコンピュータ 16 にフィードバックする。コンピュータ 16 は、メモリ 16 から分散分析プログラムおよび表・グラフ作成プログラムを引き出し、計測装置 100 から送られた測定結果に基づき、上記第 4 の実施の形態で説明した分散分析を実行し、得られた分散分析に基づいて表およびグラフを作成する。分散分析結果および表・グラフは、端末装置 12 に供給され表示部 14 により表示される。

**【0070】**

コンピュータ 16 は、上述した第 4 の実施の形態による手順に従って測定スケジュールを変更することもできる。この場合は、変更された測定スケジュールが新たな測定レシピデータとして計測装置 100 に供給される。

**【0071】**

コンピュータ 16 はまた、上述した第 5 の実施の形態に従い、作成した測定スケジュールによる計測の寸法精度を実際の計測に先立って判定することもできる。この場合、予測される寸法精度が低いときは、計測装置 100 が直交配置表に基づく測定スケジュールに従って計測を 2 度作成し、コンピュータ 16 は、送られた 2 度の計測結果の平均値を計算し、これを測長値として端末装置 12 を介して表示部 14 に表示する。

**【0072】**

このように、本実施形態によれば、計測のコストが低減するとともに、変動要因を容易に診断することができるので、1 ロット内のウェーハに対する、例えばパターン寸法および合わせずれにおいて、簡易な構成で統計量の推定精度の高いパターン検査を実行することができる。

**【0073】****(7) プログラムおよび記録媒体**

上述した測定対象パターンの選択方法またはパターン検査方法の一連の手順は

、プログラムに組み込んでコンピュータに読込ませて実行させても良い。これにより、本発明にかかる測定対象パターンの選択方法またはパターン検査方法を汎用コンピュータを用いて実現することができる。また、上述した測定対象パターンの選択方法またはパターン検査方法の一連の手順をコンピュータに実行させるプログラムとしてフレキシブルディスクやCD-ROM等の記録媒体に収納し、コンピュータに読込ませて実行させても良い。

#### 【0074】

記録媒体は、磁気ディスクや光ディスク等の携帯可能なものに限定されず、ハードディスク装置やメモリなどの固定型の記録媒体でも良い。また、上述した測定対象パターンの選択方法またはパターン検査方法の一連の手順を組込んだプログラムをインターネット等の通信回線（無線通信を含む）を介して頒布しても良い。さらに、上述した測定対象パターンの選択方法またはパターン検査方法の一連の手順を組込んだプログラムを暗号化したり、変調をかけたり、圧縮した状態で、インターネット等の有線回線や無線回線を介して、または記録媒体に収納して頒布しても良い。

#### 【0075】

##### （8）半導体装置の製造方法

上述した測定対象パターンの選択方法またはパターン検査方法を用いた低コスト・高精度の検査工程を含むプロセスで半導体装置を製造することにより、高いスループットおよび歩留まりで半導体装置を製造することができる。

#### 【0076】

以上、本発明の実施の形態のいくつかについて説明したが、本発明は上記形態にかぎることなく、その技術的範囲内で種々変形して実施できることは勿論である。上記実施形態においては検査装置として、CD-SEMと合わせずれ検査装置を具体例として取り上げたが、例えばスキャットロメトリと呼ばれる光学式装置についても適用することができる。

#### 【0077】

##### 【発明の効果】

以上詳述したとおり、本発明は、以下の効果を奏する。

**【0078】**

即ち、本発明によれば、寸法変動に影響を及ぼす全ての要因の組み合わせを調べることなく上記要因の主効果を調べることができるので、計測のコストを増大させることなく、1ロット内のパターン寸法および合わせずれの統計量の推定精度を向上させることができる。

**【0079】**

また、本発明によれば、低コストでかつ高い推定精度で測定対象パターンを選択し、またはこのように選択したパターンを検査するので、低コストかつ高い精度で半導体装置を検査することができる。これにより、高いスループットおよび歩留まりで半導体装置を製造することができる。

**【図面の簡単な説明】****【図1】**

本発明の第1の実施の形態において測定対象となるウェーハ群を構成するウェーハを示す模式図である。

**【図2】**

図1に示すウェーハの形成に用いられるフォトマスクを示す模式図である。

**【図3】**

本発明の第1の実施の形態の概略手順を示すフローチャートである。

**【図4】**

図3のフローチャートに示す手順の説明図である。

**【図5】**

図3のフローチャートに示す手順の説明図である。

**【図6】**

図3のフローチャートに示す手順の説明図である。

**【図7】**

本発明の第2の実施の形態の概略手順を示すフローチャートである。

**【図8】**

本発明の第2の実施の形態の概略手順を示すフローチャートである。

**【図9】**

直交配置表の一例を示す図である。

【図 1 0】

図 8 に示す直交配置表に基づいて定義された測定点の具体例を示す図である。

【図 1 1】

本発明の第 4 の実施の形態の概略手順を示すフローチャートである。

【図 1 2】

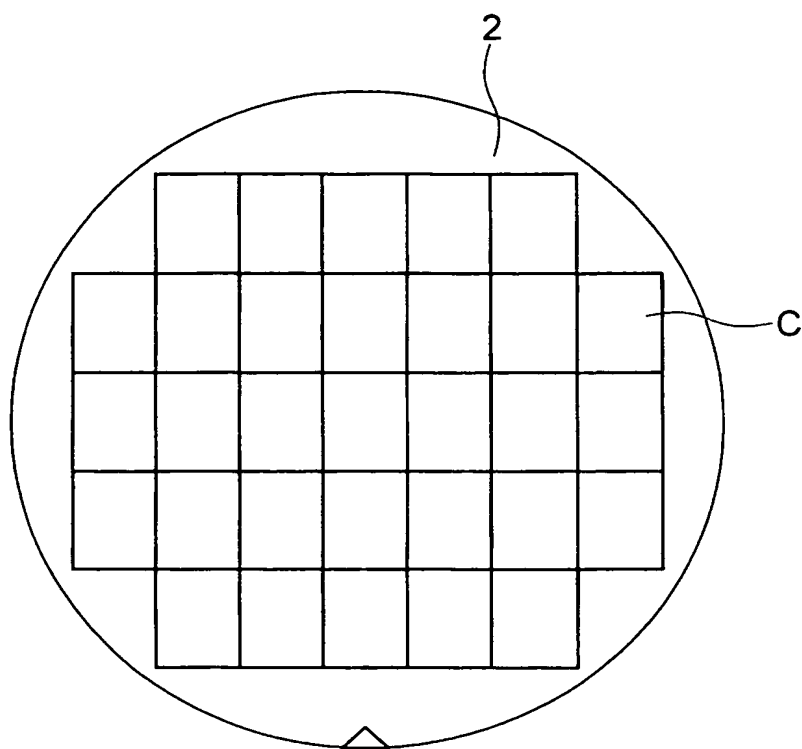
本発明の第 6 の実施の形態によるパターン検査装置の概略構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

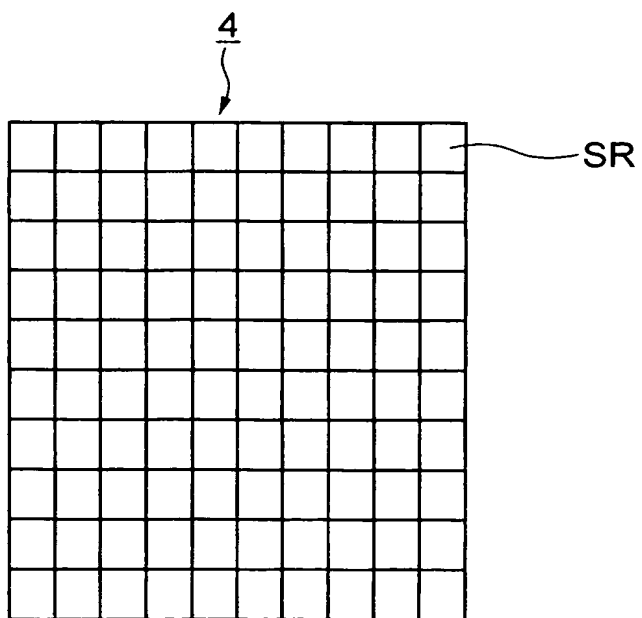
- 2 ウェーハ
- 4 フォトマスク
- 1 0 パターン検査装置
- 1 2 端末装置
- 1 4 表示部
- 1 6 コンピュータ
- B L 仮想境界線
- C 半導体チップ
- C 1 ～ C 9 チップ番号
- C S R 1 , C S R 2 半導体チップのサブグループ
- P 1 ～ P 8 パターン番号
- S R 副領域

【書類名】 図面

【図 1】

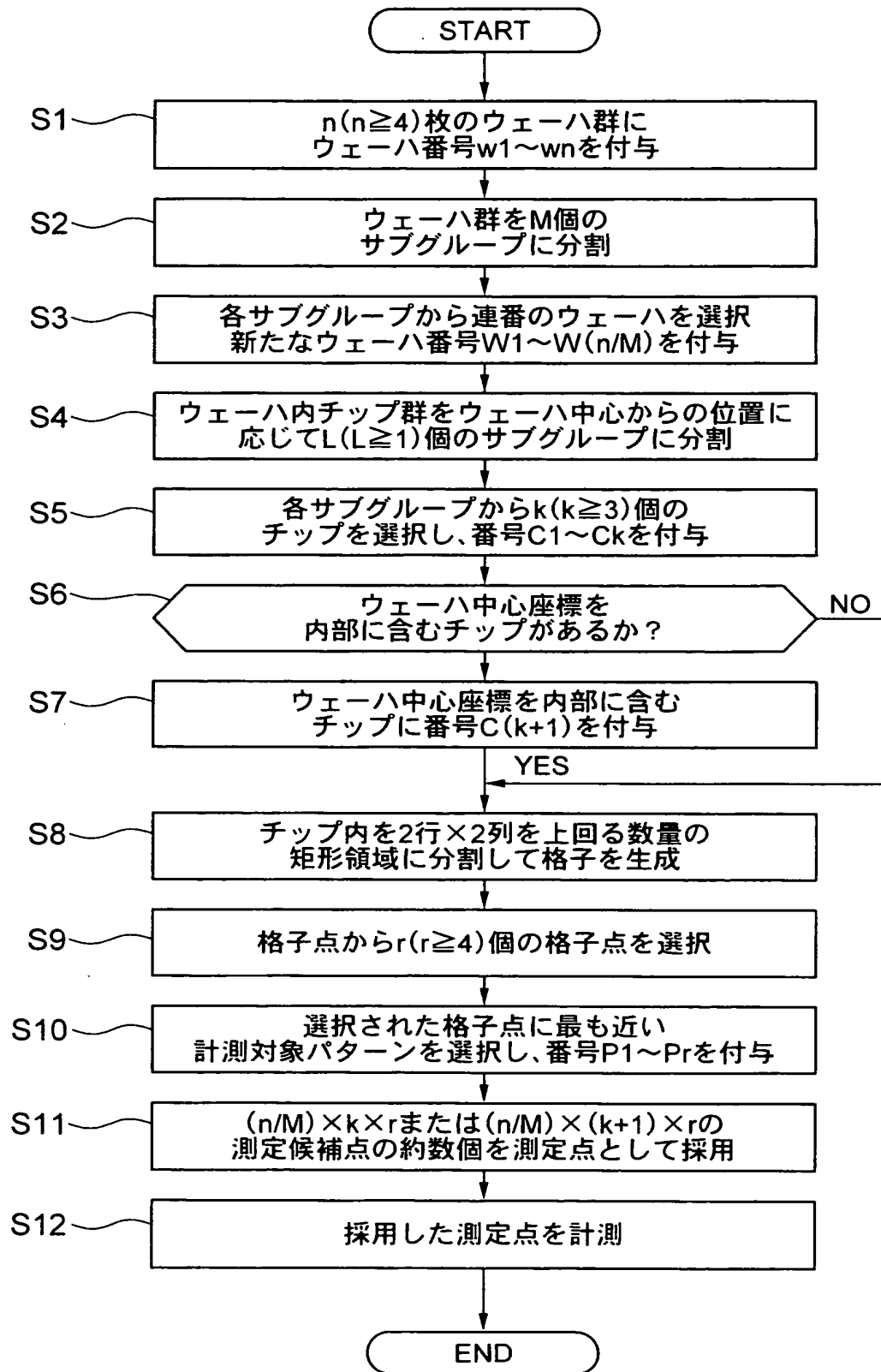


【図 2】

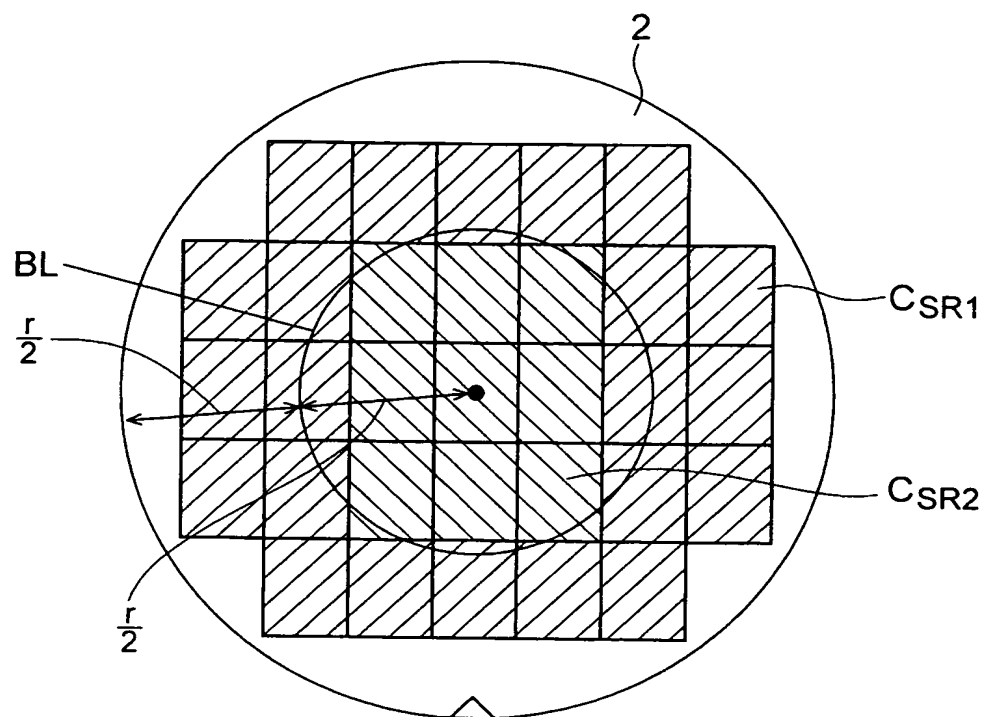




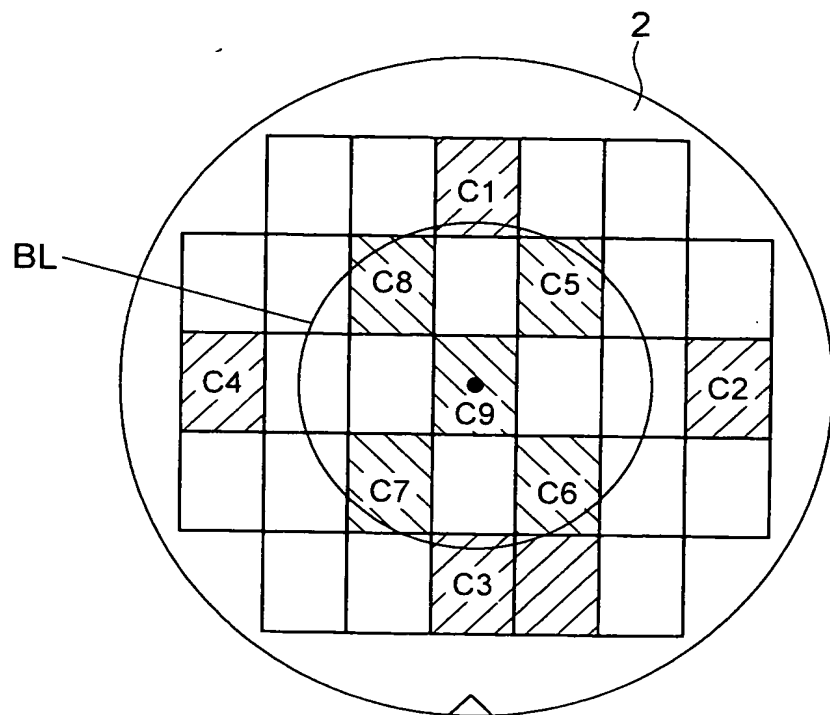
【図 3】



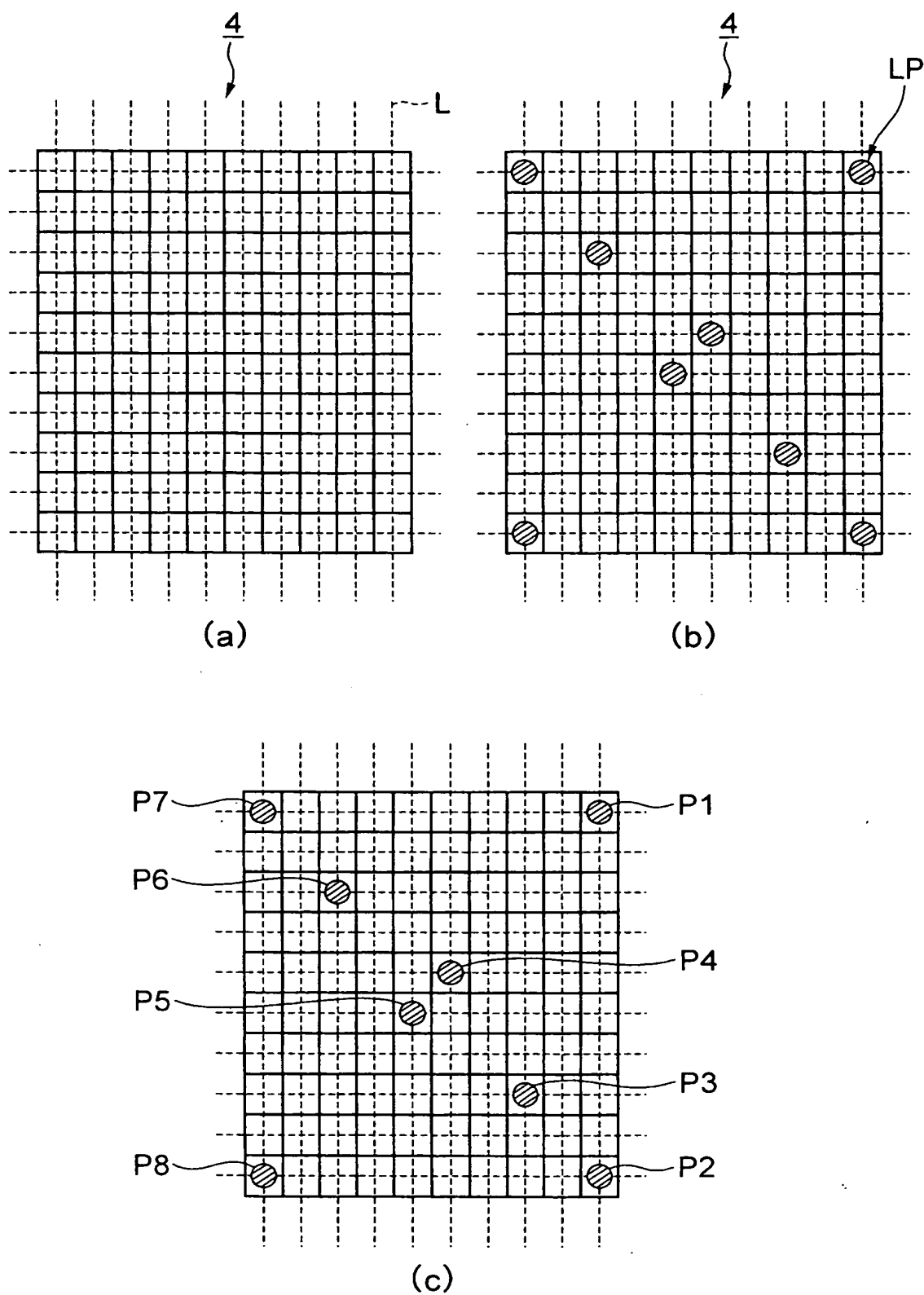
【図 4】



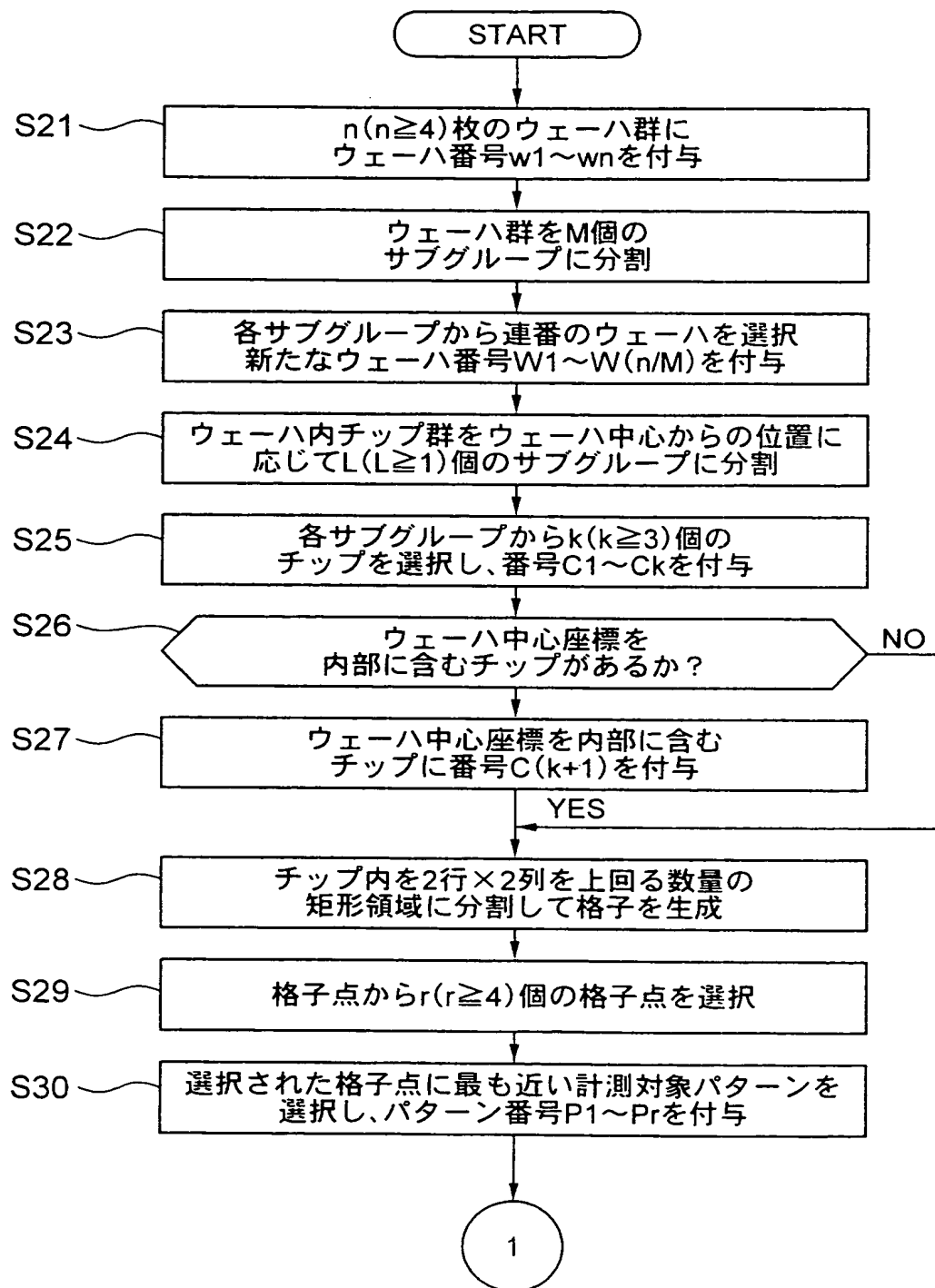
【図 5】



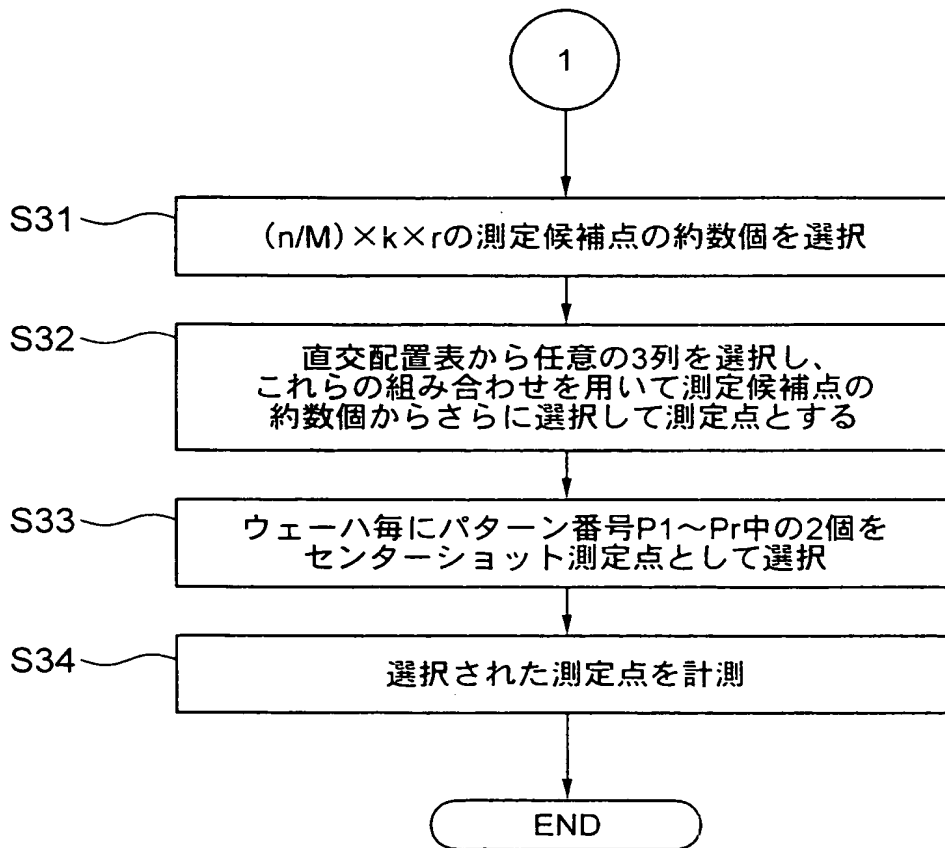
【図 6】



【図 7】



【図 8】



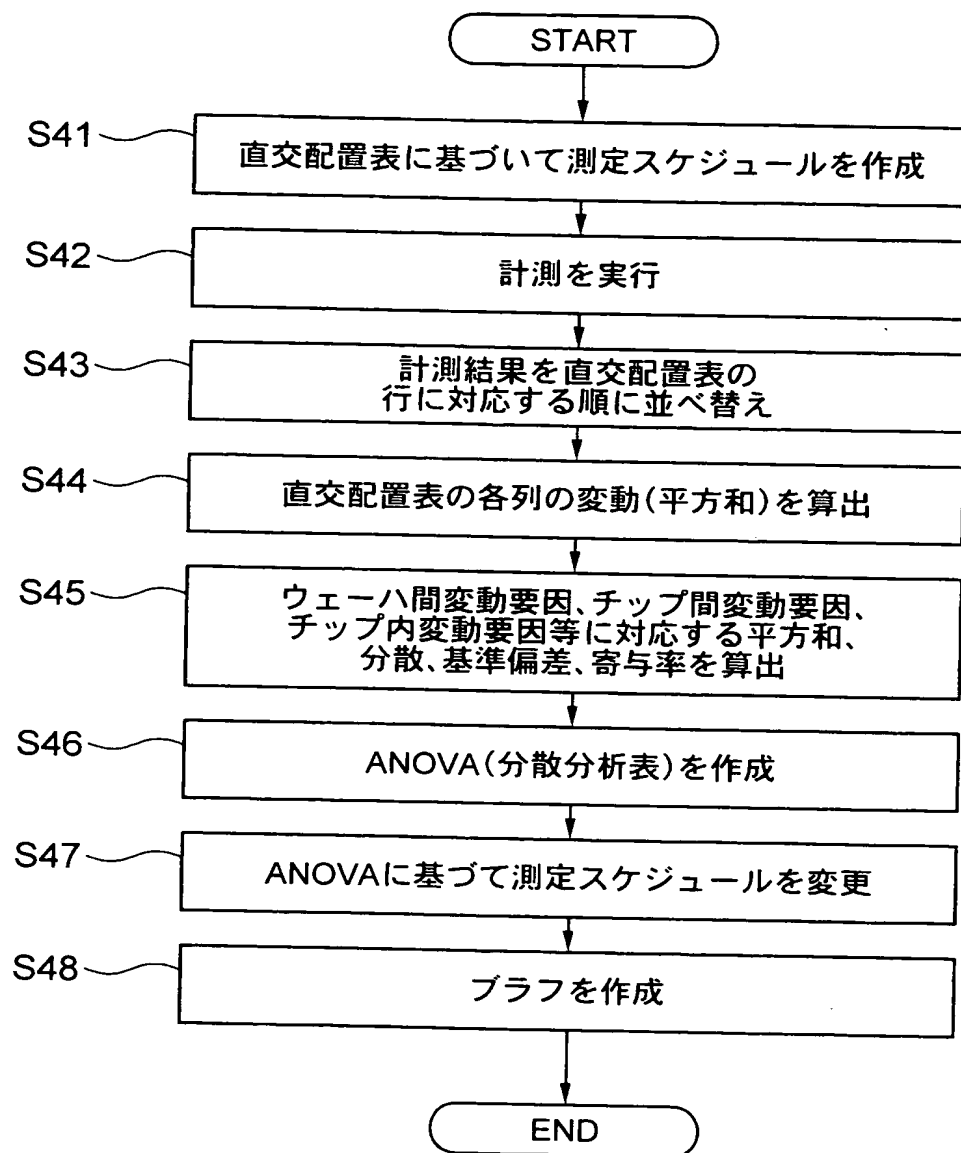
【図 9】

[illegible]

【図 1 0】

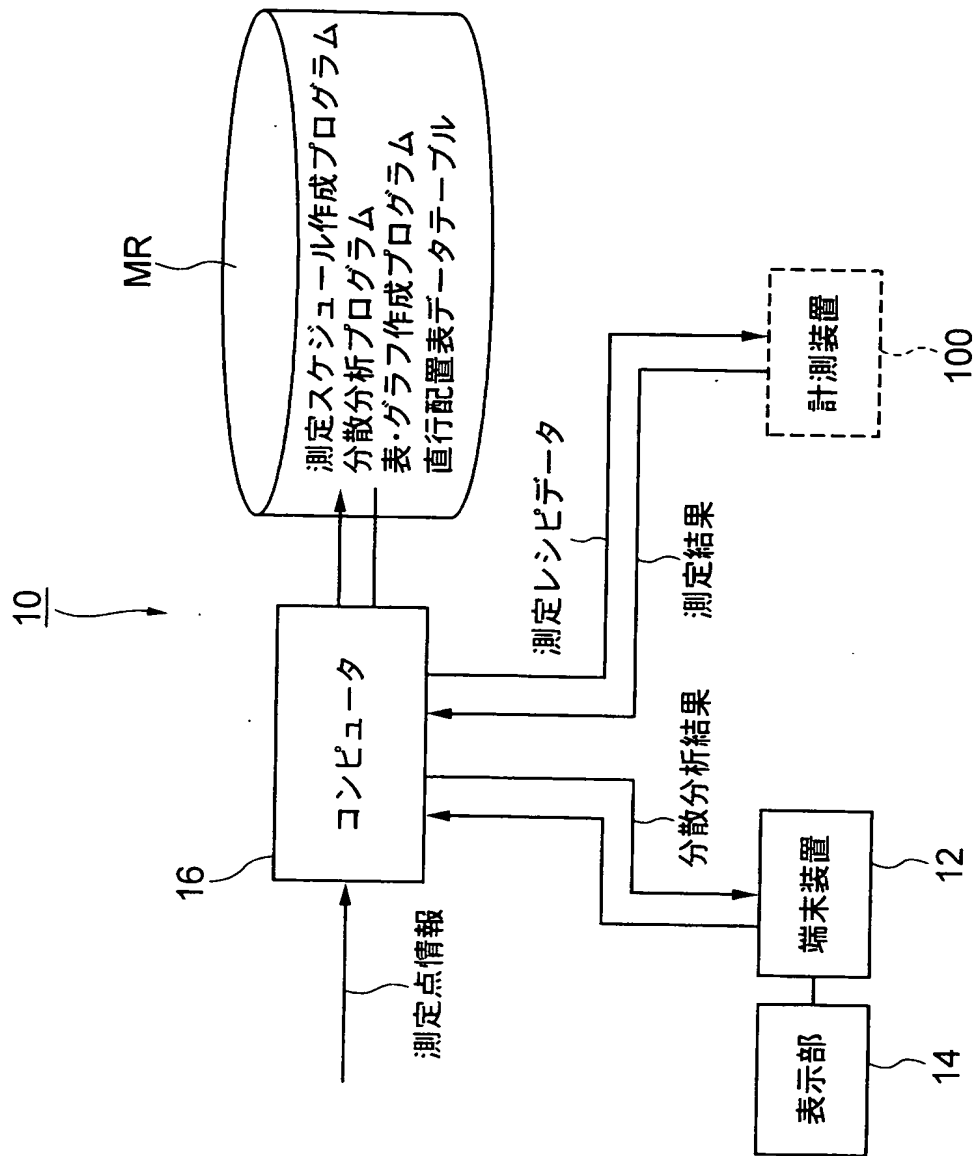
W1									W2									W3									W4									
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9									
P1																																				
P2																																				
P3																																				
P4																																				
P5																																				
P6																																				
P7																																				
P8																																				
W5									W6									W7									W8									
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
P1																																				
P2																																				
P3																																				
P4																																				
P5																																				
P6																																				
P7																																				
P8																																				

【図 11】





【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 低コストでかつ高い推定精度で半導体パターンを検査する。

【解決手段】 24枚のウェーハでなり処理順にそれぞれウェーハ番号w1～w24を付与したウェーハ群を3つのサブグループに分け、各グループから連番のウェーハを選択して新たなウェーハ番号W1～W3, W12～W13, W22～W24を付与する（ステップS1～S3）。ウェーハ内チップ群をその中心からの位置に応じて2つのサブグループに分け、各サブグループから4個ずつのチップを選択してチップ番号C1～C8を付与する（ステップS4～S5）。ウェーハ中心座標を含むチップにチップ番号C9を付与する（ステップS6, S7）。各チップの領域を10行×10の領域に分割し、8個の格子点をそれぞれ選択し、各格子点に近いパターンを選択して番号P1～P8を付与する（ステップS8～S10）。要因配置計画の一部実施法により8×9×8の選択候補点からその約数個分を測定点として採用し、採用した測定点を計測する（ステップS11, S12）。

【選択図】 図3

特願 2 0 0 2 - 3 6 2 2 9 8

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 0 7 8 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 2 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県川崎市幸区堀川町 7 2 番地

氏 名

株式会社東芝

2 . 変更年月日

2 0 0 1 年 7 月 2 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号

氏 名

株式会社東芝